KOREAN J. SOC. FOOD SCI.
Vol. 16, No. 2, April, 2000

밀국수의 물성과 색에 미치는 cysteine의 영향

고 봉 경
계명대학교 식품영양학과

Effects of Cysteine on the Texture and Color of Wheat Flour Noodle

Bong Kyung Koh
Department of Foods and Nutrition, Keimyung University
1000 Sindang dong, Dal suh gu, Dae gu, 704-701, Korea

Abstract

Cysteine, a thiol group-containing reducing agent which is known to relax the strain and increase the viscosity of dough, was added to Korean and imported wheat flour noodles to investigate the effect on the properties of raw, dried, and cooked noodles and to determine the optimum cooking time and amount to improve the color of noodles. Addition of cysteine up to 1% of flour (8.25 mmole/100 g flour) was not effective in increasing the brightness of raw and dried noodles and in changing the water activity of dried noodle. However, cysteine improved the brightness of cooked noodle made of both Korean and imported wheat flours. Also, there were notable differences in cooking and sensory properties of cysteine-added cooked noodles such as less firm and stickier texture due to the extraction of organic compounds into broth. When the noodles were cooked for their optimum cooking time, no difference was noticed in the texture and overall preference regardless of the addition of cysteine. Overall, the addition of 1% cysteine increased the brightness of cooked noodles and reduced the cooking time.

Key words: Korean wheat flour noodle, cysteine, color, cooking time

I. 서 론

국수의 색깔과 조직감은 품질을 결정하는데 중요한 요소들이다[1]. 밀가루의 물성에 따른 국수의 조직감이 품질의 일차적인 요소라면 색깔은 이차적으로 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다. 국수의 색깔은 밀가루의 색에 따라서 주로 영향을 받으나 반죽과 조리과정에서도 변하게 된다[2].

밀가루의 색깔은 밀 품종에 따라서 결정되나 재배조건에 따라서도 변하게 되고 제분기술에 따라서도 영향을 받게된다. 적립계 품종과 같은 밀은 밀 자체의 색이 붉어서 제분된 밀가루의 색이 백립계 밀에 비하여 명도가 떨어진다. 또한 밀 속에 내재되어 있는 산화효소인 PPO (polyphenol oxidase)의 함량이 품종에 따라서 다르므로 이러한 효소의 산화 작용에 의한 갈변 현상으로 인하여 밀가루의 색이 변하게된다. 그러나 PPO 함량이 같은 밀 종자라도 제분 기술과 방법에 따라서 wet milling 과정에서 산화적 갈변이나 건조 과정 중 발생하는 maillard 반응에 의하여 발생되는 갈변작용으로 형성된 melanine 색소 등에 의하여 밀가루의 색을 형성한다[3-6]. Vadlamani 등[4]은 제분 과정에서 발생되는 갈변을 억제하고자 제분 과정에 밀을 가수처리하여 열을 가함으로써 PPO 효소 활성을 억제하는 방법을 연구하였다. 이밖에 재배 기후와 토질에 따라서 글루텐 함량이 높을수록 글루텐의 carotenoid 계열 색소에 의하여 명도가 떨어진다[2,5]. 국수의 색깔은 밀가루 자체의 색과 더불어 조리 과정에서 발생되는 화학반응에 의하여 형성된다. 특히 밀가루의 색소 성분 가운데 phenol성의 flavonoid 화합물은 제분과정에서 갈변되는 현상과 같이 조리과정에서도 밀 속에 내재되어 있는 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변 작용에 의하여 가공품의 색을 형성한다[2,8].

밀국수의 이러한 색소에 관한 문제점을 해결하기 위하여 Baik 등[9,10]은 환원제인 ascorbic acid 500 ppm을 첨가하고 진공에서 저장하여 산화반응을 억제하였고, Vadlamani 등[4]은 polyphenol oxidase에 의한 산화작용을 억제하기 위하여 열처리를 하여 제분을 하였으며, Zn와 Al 등의 이온을 첨가[11]하여 효소의 활성을 억제시켜 국수의 색을 희게 하였다. 한국산 소맥은 외국에서 연구

되는 밀가루 보다 색이 더욱 검고, 빵이나 국수를 만들었을 때 제품의 색깔은 더욱 검어지는데[2,8], 한국산 밀가루를 이용한 국수의 색을 개선하기 위하여 김[2]은 다른 연구들에서 사용되었던 첨가물들보다 cysteine을 첨가하는 것이 가장 효과적이었다고 보고하였다.

Cysteine은 분자 내에 있는 thiol(-SH)기에 의한 다양한 화학적 특성으로 인하여 disulfide cross linkage를 형성하는 글루텐을 함유한 밀가루 가공품의 물성을 조절하기 위하여 널리 이용되고 있다[13-15]. 빵을 만들 때 cysteine을 첨가하면 반죽 과정에서 글루텐의 disulfide cross-linkage를 환원시켜 반죽의 탄성을 약화시킴으로써 반죽을 용이하게 하는 dough conditioner로 이용된다[13-15]. 또한 cysteine은 밀가루를 이용하여 extrusion 가공 할 때 첨가할 경우 가공제품의 색을 희게 할 뿐 아니라, 가공 조건에 따라서 제품에 다양한 물성을 부여한다. 가공 에너지의 형태와 정도에 따라서 cysteine은 밀가루의 disulfide cross linkage를 환원시켜 단백질 분자의 가교 형성을 억제하기도 하지만 반대로 cysteine과 단백질간의 disulfide crosslink를 형성함으로써 단백질 분자간의 연결제로 작용하여 더 많은 단백질 가교가 형성되어 제품의 물성이 변하게 된다. 따라서 cysteine은 extrusion 가공 조건의 조절에 따라서 다양하게 물성을 변화시키므로 제품의 물성을 조절하기 위한 첨가제로써 이용되었다[16,17].

따라서 본 연구는 cysteine을 국수 첨가제로 이용하기 위하여 cysteine을 한국산 밀가루와 수입 밀가루로 제조한 국수에 첨가하고 각각의 국수의 물성과 색에 미치는 영향을 연구하였다. Cysteine 첨가량의 변화에 따른 국수의 색깔과 이화학적 조리 특성 및 관능 특성의 변화를 조사하였으며 국수의 물성과 색에 가장 효과적인 cysteine 첨가량과 최적의 조리시간을 찾고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료

국수 제조를 위한 밀가루는 시중에서 한국산 밀가루(우리밀 백밀가루, 우리밀 살리기 운동본부 산하 사업전문회사)와 외국산 밀가루(백설밀가루, (주)제일제당)를 구입하여 사용하였으며, 우리밀 밀가루의 단백질 함량은 13.4%(N×5.74)이고 외국산 밀가루는 10.1%(N×5.74)이었다. Cysteine(Showa Chemical, Japan)은 분말상태로 밀가루에 첨가하여 실험에 이용되었다.

2. 국수의 제조

실험에 이용되는 국수는 이 등[18]의 방법에 따라서 밀가루 300 g에 소금(1.7%, flour weight)을 넣고 혼합기(Kitchen Aid K5SS, USA)로 3분 동안 dry mix 한 후, 반죽의 수분함량이 32%(밀가루 고형분 기준)가 되도록 물을 첨가하여 속도 1에서 10분간 반죽한 다음, 비닐 백에 넣어 3시간 실온에서 숙성시켰다. 숙성된 국수 반죽을 자동 제면기(용마기계 7917, Korea)의 롤 간격을 7.2 mm로 조절하여 sheeting한 뒤 반을 접어 다시 sheeting하였다. 이러한 방식으로 4단계(7.2 mm → 5 mm → 3.3 mm → 1.5 mm)를 2회 반복하면서 단계적으로 두께를 감소시켜 면대를 형성하고, 최종적으로 두께 1.5 mm, 너비 3 mm로 절단하였다. 이것을 약 23 cm 일정한 길이로 자른 뒤 생면(raw noodle)을 제조하고, 이러한 생면을 dry oven(Jeio Tech., Korea)에서 30℃, 14시간 22분간 건조하여 수분함량을 약 10%가 되도록 조절한 후 진공 비닐 백에 넣어 냉동보관(-20℃)하여 건면(dried noodle)으로 사용하였다. Cysteine(Showa Chemical, Japan)을 첨가하는 국수는 소금이 첨가되어 dry mix된 우리밀 백밀가루 및 외국산 밀가루에 반죽 직전에 각각 밀가루 중량의 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%(8.25 mmole/100 g flour)의 cysteine을 첨가하고, 수분함량은 cysteine을 첨가하지 않은 국수와 동일한 32%의 수분함량이 되도록 물을 첨가하였으며 반죽과 국수의 제조 방법 및 저장은 cysteine을 첨가하지 않은 것과 동일하게 하였다.

3. 색도

생면의 색은 반죽을 얇게 펴서 3시간 숙성시킨 것을 측정 시료로 이용하고 건면의 색은 건조된 건면을 막자사발에 곱게 갈아 powder 상태로 측정하였으며 조리면(cooked noodle)은 건면 10 g을 취하여 20분간 동일한 온도(100℃)에서 삶아진 국수를 측정 시료로 사용하였다. 색도는 Color and color difference meter(Model TC-3600, Tokyo Denshoku Co., LTD., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 5회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

4. 수분활성도

건면을 약 2 cm 길이로 일정하게 자른 뒤 측정용기에 담아 수분이 들어가지 않도록 밀봉하여 하루동안 방치한 후 동일한 온도(17℃)에서 수분활성도 측정기(Rotronic Hygromer, USA)를 이용하여 수분활성도를 측정하였다.

5. 건면의 조리 특성

건면의 조리 특성은 장 등[8]의 방법에 따라서 국수를 제거하고 남은 용액의 고형분의 함량을 측정하여 조리 손실률을 계산하였고 조리과정에서 유기물이 용출되어 국

물이 탁해지는 정도는 건면 2 g을 물 250 ml에 넣고 10분간 삶은 후, 국수를 제거하고 남은 국물의 탁도를 spectrophotometer(Uvikon 930, Italy)를 이용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 또한 용출된 유기물 가운데 탄수화물의 함량은 국물 0.5 ml을 채취하여 페놀-황산법[19]을 이용하여 측정하였으며, 국수의 반죽에 첨가한 cysteine에 의하여 용출되는 단백질의 농도 변화를 측정하기 위하여 국물 중의 단백질 함량을 측정하였다. 국물 10 ml를 진한 염산 0.1 ml와 섞은 후 80℃에서 가열 교반하여 20분간 가수 분해한 뒤 200 μl를 취하여 단백질 분석기(Leco, FP2000, USA)를 이용하여 총 질소 함량을 측정하고 질소계수(5.74)를 곱한 값을 단백질 함량으로 계산하였다. Cysteine의 첨가량이 다른 국수들의 가장 적당한 조리시간은 Oh 등[20]의 방법에 따라서 국수를 삶을 때 불투명했던 국수가 호화됨에 따라서 투명하게 변하는 지점을 최적 조리시간으로 결정하였다.

6. 국수의 관능검사

조리된 국수의 관능 검사는 계명대학교 식품영양학과에 재학중인 대학원생 및 대학생 18명을 선정하여 이들에게 실험 목적을 설명하고, 검사항목 각각의 특성에 대해 반복하여 훈련시킨 후 검사를 실시하였다. 검사 항목은 조리면의 색(color), 국수를 어금니로 씹을 때의 단단한 정도(hardness), 씹는 동안 이 사이에 부착되는 정도(adhesiveness), 삼키기까지의 씹는 횟수(chewiness) 및 뒷맛(aftertaste)과 전체적인 선호도(overall preference)에 대하여 1-9점으로 표시하며 강도가 클수록 높은 점수를 주도록 하였다. 국수는 5 g을 20분간 일정한 시간 동안 삶고, 흐르는 수돗물에 1분간 식혀서 건져 그물망 그릇에 2분간 방치한 다음, 임의의 세 자리 숫자를 기록한 접시에 담아 분배하였으며 임의의 완전블록 디자인에 의한 실험설계로 한번에 12종류의 시료를 모두 제시하여 평가하고 이러한 실험을 3번 반복하였다. 또한 국수의 삶는 시간을 각 국수에 맞추어 최적시간 조리한 후 위와 동일한 실험계획에 따라서 다시 관능검사를 실시하였다.

7. 결과분석

결과의 분석은 SAS[21] 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA분석을 하였고, Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 국수의 색도

밀가루 무게의 0.01%부터 점진적으로 cysteine 첨가량을 증가시킨 국수의 색도를 조사한 Table 1의 결과를 보면 cysteine을 첨가하였을 때 건면과 생면은 오히려 명도가 감소하고 황색도가 증가되었다. 그러나 조리된 국수의 색은 cysteine 첨가량이 증가될수록 국수의 명도가 증가되며 특히 우리밀 국수의 명도가 높아진 것을 알 수 있다. 특히 1% cysteine이 첨가되어 조리된 우리밀 국수는 조리된 수입밀 국수의 명도와 유사하게 증가되었으므로 cysteine을 첨가하는 것이 우리밀 국수의 명도 개선에 뚜렷한 효과가 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 김 등[2]의 연구와 일치하는 것으로 cysteine은 조리하지 않은 국수의 명도에는 효과적이지 못하지만 조리하면 국수의 명도 개선에 뚜렷한 효과가 있는 것을 알 수 있다. Oh 등의 연구[22]에 따르면 단백질의 함량이 높은 밀가루로 제조된 국수의 황색도가 높다고 하였으나, cysteine은 단순한 단백질과는 달리 환원 작용에 의하여 산화에 의한 갈변작용을 억제함으로써 조리된 국수의 색을 개선시키는 것으로 생각된다.

Table 1. Color[1] of raw, dried and cooked imported and Korean wheat flour noodles with and without cysteine (CYS)

Cysteine[2]	Raw noodle			Dried noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
	Imported wheat flour								
0	87.4	-3.5	13.6	79.1	-21.1	17.8	59.2	-31.4	24.1
0.01	82.8	-6.3	17.0	76.8	-25.2	20.5	59.3	-31.0	24.3
0.05	84.7	-4.9	16.9	76.1	-26.8	22.0	59.5	-30.4	23.7
0.1	86.1	-4.1	15.8	76.5	-25.5	21.8	59.0	-31.4	24.1
0.5	85.1	-5.1	16.1	76.7	-25.6	20.9	59.5	-30.8	24.0
1	82.3	-7.2	16.5	76.9	-25.5	21.1	59.6	-30.8	24.1
	Korean wheat flour								
0	79.2	-17.0	20.1	72.5	-32.5	22.4	57.9	-31.2	25.6
0.01	79.5	-15.7	20.5	72.6	-31.0	23.3	58.0	-31.1	26.2
0.05	78.5	-18.3	21.9	70.8	-34.9	24.9	58.7	-30.4	25.3
0.1	76.0	-23.8	23.9	72.3	-31.7	23.5	58.1	-31.3	26.3
0.5	74.6	-26.4	25.5	72.6	-32.5	22.8	58.6	-31.1	25.8
1	74.5	-26.7	25.1	73.2	-30.1	24.0	59.0	-30.5	24.9

[1]L indicates white-black, a indicates red-green and b indicates yellow-blue.
[2]addition ratio(%) of cysteine to wheat flour.

2. 수분활성도

Cysteine 첨가에 따른 건면의 수분 활성도 변화를 측정한 Table 2의 결과를 보면 0.05% cysteine을 첨가한 수입밀과 우리밀 국수 또는 cysteine을 첨가하지 않은 우리밀 국수의 수분 활성도가 가장 높았다. 그러나 cysteine 첨가량이 증가함에 따라서 수분활성도가 모두

Table 2. Water activity (WA) and cooking characteristics of imported and Korean wheat flour noodles with and without cysteine

Cysteine[1]	WA	Cooking loss (%)	Turbidity (O.D.)	Carbohydrate loss (mg/ml)	Protein loss (mg/ml)	Optimum cooking time(min)
			Imported wheat flour			
0	0.25 (0.02)[2]	4.29 (0.09)	0.10 (0.004)	1.84 (0.10)	0.14 (0.003)	14
0.01	0.31 (0.09)	3.82 (0.20)	0.11 (0.005)	1.26 (0.06)	0.16 (0.001)	13
0.05	0.33 (0.10)	3.90 (0.27)	0.11 (0.004)	2.19 (0.07)	0.22 (0.008)	12
0.1	0.26 (0.09)	3.85 (0.05)	0.10 (0.001)	1.59 (0.07)	0.17 (0.004)	11
0.5	0.27 (0.10)	4.33 (0.30)	0.13 (0.003)	3.31 (0.01)	0.19 (0.005)	10
1	0.26 (0.11)	4.50 (0.29)	0.14 (0.001)	3.59 (0.10)	0.24 (0.004)	9
			Korean wheat flour			
0	0.38 (0.08)	3.33 (0.21)	0.11 (0.003)	0.59 (0.05)	0.19 (0.003)	21
0.01	0.37 (0.08)	3.40 (0.09)	0.13 (0.001)	0.66 (0.07)	0.21 (0.003)	20
0.05	0.38 (0.05)	3.35 (0.19)	0.11 (0.000)	0.46 (0.16)	0.28 (0.001)	20
0.1	0.33 (0.06)	4.00 (0.02)	0.11 (0.000)	1.34 (0.05)	0.28 (0.002)	19
0.5	0.31 (0.05)	3.98 (0.39)	0.09 (0.007)	0.81 (0.04)	0.25 (0.009)	18
1	0.32 (0.11)	3.77 (0.06)	0.09 (0.005)	0.16 (0.07)	0.36 (0.002)	17

[1]addition ratio(%) of cysteine to wheat flour.
[2]Values are standard deviation of three experiments.

증가하거나 감소하는 경향을 보이지 않는 것으로 미루어, cysteine 첨가에 따른 국수의 수분활성도에 미치는 뚜렷한 영향이 없는 것으로 생각된다.

3. 조리 특성

동일한 시간동안 조리된 국수의 조리 손실률은 Table 2에 나타난 결과와 같이 수입밀의 경우 cysteine을 첨가하지 않은 국수의 손실률이 매우 크지만 cysteine을 첨가한 국수의 경우 cysteine 첨가량이 증가됨에 따라서 증가하였다. 우리밀은 cysteine 첨가량에 따라서 손실률이 커지지만 0.5% 이상 cysteine을 첨가할 경우 오히려 조리 손실률이 감소되었다. 국물의 탁도는 수입밀의 경우 cysteine 첨가량이 증가될수록 국물의 탁도가 증가하였으나 우리밀은 오히려 cysteine 첨가량이 0.5% 이상일 경우 오히려 국물의 탁도가 감소하였다.

국물에 용출된 유기물 가운데 탄수화물의 농도는 Table 2에 나타난 바와 같이 수입밀의 경우 cysteine 첨가량이 높을수록 증가되지만, 우리밀은 국물의 탁도와 같이 cysteine 첨가량이 0.5% 이상일 때 오히려 감소되었다. 조리손실률 및 국물의 탁도와 탄수화물 용출량 등은 cysteine을 0.5% 이상 첨가한 우리밀 국수에서는 감소되는 경향이 확인되었으나 용출되는 단백질의 함량은 우리밀 국수의 경우에도 cysteine 첨가량이 증가될수록 증가되었으며 특히 단백질 함량이 높은 우리밀의 용출량이 수입밀의 용출량보다 높았다. 이와 같이 단백질의 용출량이 cysteine 첨가량에 따라서 증가되는 것은 다른 유기물과 같이 조리과정에서 용출되지만 특히 첨가된 cysteine이 용출되어 전체단백질의 용출량이 cysteine 증가량에 따라서 증가하는 것으로 생각된다.

Cysteine이 첨가된 국수의 조리 손실률의 증가와 물성의 변화는 Oh 등[20,22]의 연구에서 관찰된 soft wheat과 hard wheat으로 조리된 국수의 조리 특성 및 물성 변화를 연구한 결과와 비교될 수 있다. 즉 단백질 함량이 적은 밀가루로 만들어진 국수일수록 조리 손실률이 증가되고 물성이 약하며, 단백질 함량이 높은 hard wheat으로 만든 국수의 물성이 더 단단하고 적은 조리손실률을 나타내었다. Cysteine 첨가에 따른 변화는 hard wheat과 soft wheat을 비교하였을 때 단백질함량이 적은 soft wheat으로 제조된 국수와 흡사한 특징을 나타내고 있다. Cysteine은 아미노산으로써 반죽에 첨가되어 밀가루의 글루텐과 결합하여 반죽의 단백질 결합을 형성하는 작용하지 않고, 반응성이 큰 분자내의 thiol(-SH)기의 환원 작용에 의하여 글루텐의 disulfide(-S-S-) cross-linking 형성을 억제함으로써 글루텐에 의한 국수 반죽의 탄성을 감소시키고 점성을 증가시킨다[12-14]. 따라서 단백질 함량이 동일 한 국수일지라도 cysteine을 첨가하면 마치 단백질 함량이 적어서 글루텐 형성이 약한 soft wheat을 이용한 국수와 같은 물성과 조리 특성을 나타내도록 하는 것으로 생각된다.

이와 같이 cysteine 첨가에 따라서 국수들의 조리 특성이 변화됨으로 인하여 동일한 시간에 조리할 경우 많은 조리 손실이 되므로 가장 적합한 조리 시간을 측정하였다. 가장 적당한 최적의 조리 시간은 불투명했던 국수의 중심부가 투명해지는 지점으로 하였을 때 Table 2에 나타난 바와 같이 우리밀 국수는 수입밀 국수에 비하여 조리 시간이 더 길고 cysteine 첨가량이 증가됨에 따라서 조리시간이 짧아졌다. 이와 같이 cysteine 첨가에 따른 조리 시간의 변화는 위에서 설명한 것과 같이 cysteine 첨가에 따라서 밀가루 단백질의 disulfide cross-linking이 환원됨으로써 단백질 결합력이 약하여 반죽의

Table 3. Sensory attributes[1] of cooked wheat flour noodles with and without cysteine

Cysteine[2]	CO	HA	AD	CH	TA	OV
			Imported wheat flour			
0	3.28±0.22[g3)]	4.94±2.10[bc]	5.44±1.22[abc]	5.75±1.34[b]	3.72±0.29[bc]	5.53±2.12[a]
0.01	2.97±0.45[e]	4.47±2.10[c]	5.14±2.46[bcd]	5.25±2.06[b]	3.75±0.98[bc]	5.33±2.18[ab]
0.05	2.28±0.56[f]	3.36±0.92[de]	4.92±2.11[cd]	4.25±1.63[cd]	3.33±1.67[c]	4.94±2.59[bc]
0.1	2.11±0.82[fg]	3.67±0.18[d]	5.23±1.45[abcd]	4.58±1.00[c]	3.72±1.11[bc]	4.72±1.44[cd]
0.5	1.97±0.21[fg]	2.83±1.56[e]	5.08±2.10[bcd]	3.86±1.34[d]	3.89±1.03[bc]	4.19±1.47[de]
1	1.86±0.44[g]	2.86±1.90[e]	5.53±1.49[abc]	4.03±1.09[cd]	4.06±0.95[b]	3.86±0.69[e]
			Korean wheat flour			
0	7.39±0.43[a]	6.33±2.33[a]	5.72±2.11[ab]	6.58±3.07[a]	5.22±2.07[a]	4.75±1.66[bc]
0.01	7.06±..56[ab]	5.89±2.89[a]	5.94±1.24[a]	6.39±3.10[a]	5.31±2.02[a]	4.81±1.68[bc]
0.05	6.75±0.78[bc]	5.08±2.01[b]	5.06±2.00[bcd]	5.47±1.67[b]	4.94±1.78[a]	4.81±2.01[bc]
0.1	6.64±..34[c]	4.86±2.01[bc]	5.03±1.95[bcd]	5.33±1.11[b]	5.11±2.01[a]	4.64±2.02[cd]
0.5	5.94±..53[d]	3.64±1.32[d]	4.61±0.89[d]	4.47±2.36[c]	5.06±2.07[a]	4.06±1.11[e]
1	5.86±0.84[d]	3.50±1.33[d]	4.94±1.36[cd]	4.14±2.20[cd]	5.19±2.07[a]	3.75±1.08[e]

[1)]CO: color, HA: hardness, AD: adhesiveness, CH: chewiness, TA: aftertaste, OV: overall quality.
[2)]addition ratio(%) of cysteine to wheat flour.
[3)]Values with same letter at the column are not significantly different ($p<0.05$).

물성이 변하면서 국수의 조리에 필요한 에너지가 감소되어 cysteine을 첨가하지 않은 것에 비하여 호화가 빠르게 진행되어 나타나는 현상으로, cysteine을 첨가한 국수를 첨가하지 않은 국수에 맞추어 조리하면 overcooking되어 조리 손실과 유기물의 용출로 인한 국물의 탁도가 더욱 증가할 것으로 생각된다.

4. 관능 특성

조리시간이 오래 요구되는 우리밀 국수에 맞추어 동일한 시간 동안 조리된 국수에 대하여 관능검사를 실시한 결과 Table 3에 나타난 바와 같이 cysteine 첨가량이 증가됨에 따라서 국수의 색은 옅어지지만 조직감이 변화된 것을 알 수 있다. Cysteine의 첨가에 따른 국수의 물성 변화는 씹을 때의 단단한 정도가 감소하였으나 점착성과 씹는 횟수는 단단한 정도의 변화만큼 cysteine의 첨가에 따라서 큰 차이를 나타내지 않았다. Cysteine의 첨가에 따른 뒷맛의 변화는 우리밀과 수입 밀 고유의 맛에 따른 차이만이 나타나고 cysteine 첨가에 따른 뒷맛의 차이는 감별하지 못하였다. 국수의 물성이 변화됨에 따라서 품질에 대한 전반적인 평가도 cysteine을 넣지 않은 것에 비하여 낮게 평가되었다. 위와 같이 국수의 단단한 정도가 크게 변하는 현상은 모든 국수가 조리 시간이 가장 오래 요구되는 우리밀 국수에 맞추어 조리 되었으므로 국수의 물성이 cysteine의 첨가량이 증가될수록 더욱 물러지며 특히 수입밀 국수의 단단함이 급격히 감소되는 것을 알 수 있다.

Table 4. F-ratio of ANOVA for sensory attributes[1)] of optimum time cooked wheat flour noodles with and without cysteine

Attribute	Noodles	Panel	Noodles x Panel
color	14.53**	2.01	1.02
HA	1.68	4.43**	0.98
AD	2.58*	4.65**	0.99
CH	1.78	1.37	0.96
TA	1.24	3.04**	1.05
OV	1.45	2.77*	0.80

[1)]HA: hardness, AD: adhesiveness, CH: chewiness, TA: aftertaste, OV: overall quality.
*$p<0.01$, **$p<0.001$.

그러나 각각의 국수의 가장 적당한 조리시간 동안 삶았을 때의 물성 변화를 관찰하여 통계 분석한 Table 4의 결과를 보면 국수의 색($P<0.001$)과 점착성($P<0.01$)에 대한 차이는 식별하였으나 국수의 단단한 정도와 씹는 횟수 및 맛과 품질의 전반적인 선호도에 대하여 cysteine 첨가에 따른 차이를 식별하지 못하였으며 특히 우리 밀과 수입 밀 사이의 차이도 식별하지 못하였다. 관능 검사에서 유의적인 차이가 나타난 색깔과 점착성에 대한 검사 결과를 나타낸 Table 5를 보면 동일한 시간에 조리된 국수와 마찬가지로 cysteine의 첨가량이 증가됨에 따라서 국수의 색이 연하여 지는 것을 확인할 수 있으며 국수의 점착성이 cysteine 첨가량이 증가됨에 따라서 여전히 증가되는 것을 볼 수 있다. 따라서 cysteine이 첨가된 국수가 조리에 의

Table 5. Sensory attributes of optimum time cooked wheat flour noodles with and without cysteine

Cysteine[1)]	Color	Adhesiveness
	Imported wheat flour	
0	4.00±1.90$^{cde2)}$	6.20±3.77^{abc}
0.01	3.90±1.95^{cde}	5.423±3.45^{abcd}
0.05	3.78±1.86^{cde}	6.02±3.86^{abc}
0.1	3.53±1.67^{de}	6.594±4.04^{abc}
0.5	3.25±1.66^{e}	7.483±4.17^{a}
1	3.81±1.93^{cde}	5.510±3.37^{abcd}
	Korean wheat flour	
0	7.36±1.18^{a}	4.55±1.27^{bcd}
0.01	6.85±1.00^{a}	3.40±1.42^{d}
0.05	7.68±1.05^{a}	4.27±1.12^{cd}
0.1	5.7±2.31^{b}	6.38±3.94^{abc}
0.5	4.88±2.33^{bc}	6.74±4.50^{ab}
1	4.49±1.74^{c}	6.25±4.06^{abc}

[1)]addition ratio(%) of cysteine to wheat flour.
[2)]Values with same letter at the column are not significantly different ($p<0.05$).

하여 무르게 되는 현상은 국수의 특성에 맞추어 조리시간을 조절하면 상당히 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 요 약

분자 내에 반응성이 큰 thiol(-SH)기를 갖고 환원제로서 밀가루 반죽에 작용하여 반죽의 탄성을 감소시키고 점성은 증가시키는 cysteine을 첨가하여 밀가루 가공품의 산화적 갈변을 억제함으로써 색을 개선시키는 방법에 대하여 시험하였다. 한국산 밀가루와 수입 밀가루를 이용한 국수 반죽에 cysteine을 첨가하여 국수의 물성과 색 및 조리 특성에 미치는 영향을 조사하고 최적의 첨가량과 최적의 조리시간을 찾고자 하였다.

Cysteine을 첨가하였을 때 건면과 생면은 오히려 명도가 감소하고 황색도가 증가되었으나 조리된 국수의 색은 cysteine 첨가량이 증가될수록 국수의 명도가 증가되며 특히 우리밀 국수의 명도가 높아졌다. Cysteine 첨가에 따른 국수의 수분활성도는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 cysteine의 화학작용에 의한 반죽의 물성 변화에 따라 cysteine을 넣지 않은 국수에 맞추어 동일한 시간 조리된 cysteine이 첨가된 국수는 첨가량이 증가됨에 따라서 유기물의 용출로 인한 조리손실 율이 증가하고 국물의 탁도가 증가되었다. 또한 관능검사 결과 국수의 색은 옅게 평가되지만 씹을 때의 단단한 정도가 급격히 감소하였다. 반면에 각각의 국수를 가장 적당한 조리시간에 맞추어 최적 시간 조리하였을 때 국수의 색($P<0.001$)과 점착성($P<0.01$)에 대한 차이는 식별하였으나 국수의 단단한 정도와 씹는 횟수 및 맛과 품질의 전반적인 선호도에 대하여 cysteine 첨가에 따른 차이는 나타나지 않았다. 따라서 1% cysteine의 첨가량은 조리된 국수의 명도를 가장 증가시키며 조리에 필요한 시간을 단축함으로써 물성 변화에 따른 제품의 문제점을 해결하였다.

참고문헌

1. 이철호 : 전통면류의 제법과 품질특성. 한국식문화학회지, **6**(1):85, 1991
2. 김명신 : 한국산 소맥의 무기질과 phytate 함량 및 가공면의 탈색에 관한 연구. 계명대학교 대학원 석사학위 논문. 1998
3. Hoseney, R. C. Minerals. pp. 136-137. In: Principle of cereal science and technology. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 1994
4. Vadlamani, K. R. and Seib, P. A. Reduced browning in raw noodles by heat and moisture treatment of wheat. *Cereal Chem.*, **73**:88, 1996
5. Pomeranz, Y. Minerals. Vol. 5, pp. 112-116. 3rd ed. In : Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 1988
6. Kim, W., Seib, P. A. and Chung, O. K. : Origin of color in vital wheat gluten. *Cereal Food World*, **36**(11): 954, 1991
7. Baik, B. K. and Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. : Comparison of polyphenol oxidase activities in wheats and flours from australian and U.S. cultivars. *J. Cereal Sci.*, **19**:291, 1994
8. 장은희, 손혜숙, 고봉경, 임승택 : 한국산 밀의 품종별 제면 특성과 밀가루의 이화학적 성질과의 관계. 한국식품과학회지, **31**(1):138, 1999
9. Baik, B. K., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. : Role and contribution starch andprotein contents and affect aqueous dispersion of gluten. *Cereal Chem.*, **71**(4):315, 1994
10. Baik, B. K., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. : Discoloration of dough for oriental noodles. *Cereal Chem.*, **72**:198, 1995
11. Vadlamani, K. R. and Seib, P. A. : Two metal ions improve brightness in wheat-doug hproducts and affect aqueous dispersion of gluten. *Cereal Chem.*, **74**(3):318, 1997
12. Oh, N. H., Seib, P. A. Deyoe, C. W. and Ward, A. B. : Noodles II. The surface of cooked noodles from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.*, **62**(6):431, 1985
13. Kilborn, R. H. and Tipples, K. H. : Factors affecting

mechanical dough development. IV. Effect of cysteine. *Cereal Chem.*, **50**(1):70, 1973
14. Tsen, C. C. : Effects of oxidizing and reducing agents on changes of flour proteins during dough mixing. *Cereal Chem.*, **46**:435, 1969
15. Ewart, J.A.D. : Thiol in flour and breadmaking quality. *Food Chem.*, **28**:207, 1988
16. Koh, B. K., Karwee, M. V. and Schaich, K. M. : Effect of cysteine on free radical production and protein modification in extruded wheat flour. *Cereal Chem.*, **73**(1):115, 1996
17. 고봉경 : 압출성형시 환원제 첨가에 의한 밀가루 글루텐의 조직변화와 단백질의 변성. 동아시아 식생활학회지, **6**(2):213, 1996
18. 이상양, 허한순, 송정춘, 박남규, 정우경, 남중현, 장학길 : 국산밀과 수입밀의 국수품질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **29**(1):44, 1997
19. Dubois, M. K., Gilles, K. A., Hamilton, R. A., Reber, R. A. and Smith, R. : Colorimeter method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem.*, **28**:350, 1956
20. Oh, N. H., Seib, P. A. Deyoe, C. W. and Ward, A. B. : Noodles II. The surface firmness of cooked noodles from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.*, **62**:431, 1983
21. SAS : SAS User's Guide : Statistics, 5th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A. 1985
22. Oh, N. H., Seib, P. A., Ward, A. B., and Deyoe, C. W. : Noodles VI. Influence of protein, extraction, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.*, **62**:441, 1985

(2000년 2월 16일 접수)